

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07098753 A**

(43) Date of publication of application: **11 . 04 . 95**

(51) Int. Cl **G06T 1/00**

(21) Application number: **06138877**

(22) Date of filing: **21 . 06 . 94**

(30) Priority: **21 . 06 . 93 JP 05148774**

(71) Applicant: **ASAHI OPTICAL CO LTD**

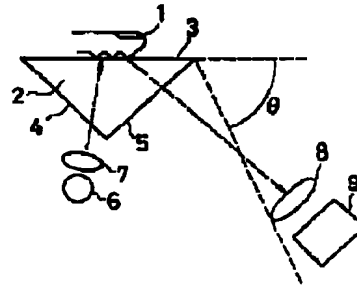
(72) Inventor: **SEKIYA TAKAOMI**

(54) FINGERPRINT INPUT DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide the fingerprint input device by which a fingerprint image whose contrast and distortion are high and small, respectively, and also, the degree of freedom of arrangement of an illuminator and an image receiving device is high.

CONSTITUTION: This device is provided with a prism 2 provided with the boundary between the prism and air as the detection surface 3, a light source 6 and a projecting lens group 7 being an illuminator for allowing an illuminating light to be made incident on the detection surface at an angle being smaller than a critical angle β to a normal of the detection surface 3 from the inside of the prism 2, and an image forming lens group 8 and an image receiving element 9 being an image receiving device which are provided in a position for photodetecting only a light beam returned into the prism 2 at a larger angle than the critical angle β to the normal of the detection surface in each point of the detection surface 3, and reads a pattern of a fingertip allowed to adhere closely to the detection surface 3, as an image.



COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-98753

(43) 公開日 平成7年(1995)4月11日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 T 1/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/ 64

G

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-138877

(22) 出願日 平成6年(1994)6月21日

(31) 優先権主張番号 特願平5-148774

(32) 優先日 平5(1993)6月21日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 関谷 尊臣

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光

学工業株式会社内

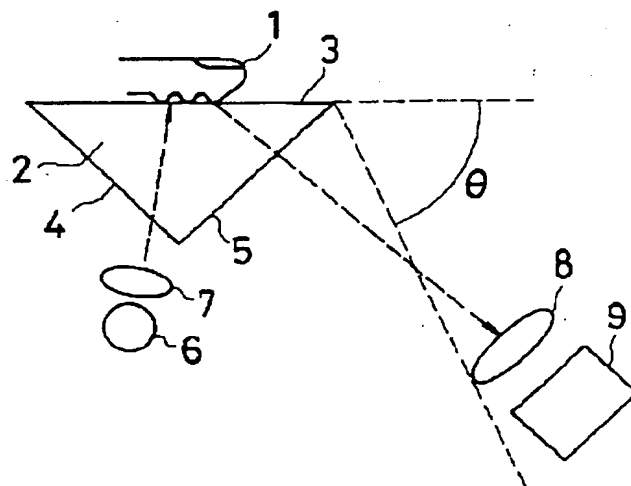
(74) 代理人 弁理士 西脇 民雄

(54) 【発明の名称】 指紋入力装置

(57) 【要約】

【目的】 コントラストが高く歪みが小さい指紋画像が得られ、かつ、照明装置や受像装置の配置の自由度が高い指紋入力装置を提供することを目的とする。

【構成】 空気との境界面を検出面3として備えるプリズム2と、照明光を、プリズム2の内側から検出面3の法線に対して臨界角 β より小さい角度で検出面に入射させる照明装置としての光源6及び投光レンズ群7と、検出面3の各点において、検出面の法線に対して臨界角 β より大きい角度でプリズム2内に戻った光のみを受光する位置に設けられ、検出面3に密着された指先の模様を画像として読み取る受像装置としての結像レンズ群8及び受像素子9とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】屈折率が相対的に低い媒体との境界面を検出面として備える透明体ブロックと、

照明光を、前記透明体ブロックの内側から前記検出面の法線に対して臨界角より小さい角度で前記検出面に入射させる照明装置と、

前記検出面の各点において、該検出面の法線に対して臨界角より大きい角度で前記透明体ブロック内に戻った光のみを受光する位置に設けられ、前記検出面に屈折率の低い媒体側から密着された指先の模様を画像として読み取る受像装置とを有することを特徴とする指紋入力装置。

【請求項 2】前記受像装置は、前記検出面に密着した指紋の隆線部からの散乱光を利用して指紋画像を得ることを特徴とする請求項 1 に記載の指紋入力装置。

【請求項 3】前記透明体ブロックは、プリズムであることを特徴とする請求項 1 に記載の指紋入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、例えばセキュリティシステムの一部を構成する個人識別装置等に利用され、指紋を生体識別情報として用いるために画像として取り込むための指紋入力装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、指紋を光学的な手段により画像として取り込む装置は、例えば特開昭 55-13446 号公報、特開昭 58-144280 号公報に開示されている。

【0003】特開昭 55-13466 号公報に開示される装置は、全反射光を直接利用する全反射方式であり、図 20 に示すように、指先 1 をプリズム 2 の検出面 3 に密着させ、光源 6 から発して投光レンズ群 7 により平行化された光束をプリズム 2 の一方の端面 4 から全反射条件を満たすように臨界角より大きな角度で検出面 3 に達するよう入射させ、検出面 3 での全反射成分と非全反射成分とを含む反射光を他方の端面 5 から射出させ、結像レンズ群 8 を介して受像素子 9 により受像する。

【0004】指紋は、検出面 3 に密着する凸状の隆線部と、検出面 3 に密着しない凹状の谷線部とから構成される。端面 4 から入射した光束は隆線部では屈折率の関係で全反射条件が崩れて光が散乱し、谷線部では全反射する。したがって、谷線部からの反射光と比較して隆線部からの反射光の光量が少なくなるため、得られる指紋画像には白色の背景にグレーで隆線部が表れる。

【0005】一方、特開昭 58-144280 号公報に開示される装置は、散乱光を利用した光路分離方式であり、図 21 に示すように、プリズム 2 の一方の端面 5 側に光源 6 と投光レンズ群 7 から成る照明装置と、結像レンズ群 8 と受像素子 9 とから成る受像装置とが共に設けられている。プリズム 2 内に一方の端面 5 から入射した光束は、隆線部では検出面 3 において散乱してその一部

は端面 5 側に戻り、谷線部では全反射して他方の端面 4 からプリズム 2 の外に射出する。したがって、得られる指紋画像には、黒色の背景に隆線部が白く浮き出て表れる。

【0006】光路分離方式の装置では、隆線部以外からの光束が受像素子 9 に達してノイズとなるのを避けるため、照明装置と受像装置とは図中：で示される範囲に配置される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の全反射方式の指紋入力装置は、光路分離方式の装置よりも検出される指紋画像のコントラストが低く、ノイズの影響を受け易いという問題がある。

【0008】一方、光路分離方式の装置は、プリズムの一方側に照明装置と受像装置とを設ける必要があるため、これらを干渉しないように配置するのが困難である。また、受像装置により検出される光は、検出面に向かう光とは反対側に散乱された光のみであるため、全反射方式と比較すると得られる光量が小さい。さらに、受像装置は、光源 6 から発してプリズム 2 の端面 5 で直接反射された光束が入射しない位置に配置される必要があるため、実際の配置範囲は上記の角度範囲よりも狭い範囲となり、得られる画像の歪が全反射方式と比較すると大きくなる。

【0009】

【発明の目的】この発明は、上述した従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、コントラストが高く歪みが小さい指紋画像が得られ、かつ、照明装置や受像装置の配置の自由度が高い指紋入力装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる指紋入力装置は、上記の目的を達成させるため、屈折率が相対的に低い媒体との境界面を検出面として備える透明体ブロックと、照明光を、透明体ブロックの内側から検出面の法線に対して臨界角より小さい角度で検出面に入射させる照明装置と、検出面の各点において、該検出面の法線に対して臨界角より大きい角度で透明体ブロック内に戻った光のみを受光する位置に設けられ、検出面に屈折率の低い媒体側から密着された指先の模様を画像として読み取る受像装置とを有することを特徴とする。なお、この明細書でいう透明体とは、可視光を透過させる物質に限られず、照明光の波長の光を透過させる物質全般を意味する。したがって、赤外光や紫外光を照明光とする場合には、これらの光を透過させる物質をも含めて透明体を定義する。

【0011】

【実施例】以下、この指紋入力装置の実施例を説明する。まず、実施例にかかる指紋入力装置の代表的な例を図 1 に示す。

3

【0012】この装置は、図1に示すように、指先1を透明体ブロックであるプリズム2の検出面3に当てつけ、光源6、投影レンズ群7を介してプリズムの一方の端面4から照明光を入射させる。このとき、検出面3に対する入射角度が臨界角より小さくなるよう設定している。結像レンズ群8と受像装置とは、検出面3での正反射成分、及び指紋の谷線部からの反射成分が入射しない角度範囲 θ （後述する）内に設けられており、指紋の隆線部からの散乱光のみを受光するよう構成されている。

【0013】次に、この発明の原理を図2から図12に基づいて説明する。図2において、点p、qは指紋入力装置を構成する透明体ブロックの検出面3上の2点である。透明体ブロックは、アクリル等の透明樹脂、ガラスで構成され、その屈折率をnとする。検出面3より図中上側は、透明体ブロックより屈折率が低い媒質であり、ここでは空気とし、その屈折率 $n_0=1$ とする。

【0014】検出面3上の任意の点tにおける臨界角 β は、検出面3の法線に対する角度として、以下の式(1)で求められる。

【0015】

【数1】 $\beta = \sin^{-1}(1/n) \dots (1)$

【0016】透明体ブロックの内部から検出面3に向かう照明光線のうち、臨界角 β より大きな角度を持つ光線Sは、点tにおいて全反射し、反射光Tとなって透明体ブロック内を進む。臨界角 β より小さい角度を持つ光線S'は、検出面3を透過する光線T'outと、検出面で反射される光線T'inとに分離される。

【0017】すなわち、検出面上の点tで全反射される光線は、図3の領域(1)と(4)のみを通り、全反射しない光線は領域(2)(3)(5)のいずれかを通ることとなる。

【0018】透明体ブロックを断面三角形のプリズム2として考えた場合には、図4に示されるように点tに対して臨界角 β より大きい角度で入射した照明光S、S'は、全反射光線T、T'となり、プリズム射出時に屈折してU、U'のように進む。一方、臨界角 β より小さい角度で入射した光線Sは、反射光T'inと透過光T'outとに分離され、反射光はU'としてプリズム2から射出する。

【0019】点tへの入射光線Sの法線に対する角度を γ とし、プリズムから射出する光線Uが検出面3となす角度を下向きに θ とし、点p側の頂角を α とすると、 θ は以下の式(2)で表される。

【0020】

【数2】

$\theta = (\pi/2) - \alpha + \sin^{-1}\{n \sin(\alpha - \gamma)\} \dots (2)$

【0021】上記の式(2)において、 $\gamma = \beta$ としたときに得られる θ を θ_a とすると、検出面3で全反射してプリズムを射出した光線の角度は θ_a より小さく、全反射せずに射出した光線の角度は θ_a よりも大きくなる。

4

【0022】図5は、図4の配置を立体的なモデルとして表したものである。照明光を全反射させないためには、網点で示した頂角 2β の円錐の内部から照明光が進めばよいこととなる。

【0023】図6は、点tが限りなくプリズムの頂点pに近付いた場合を示している。全反射した光束は図中の斜線領域を進み、全反射しない光束は図中の網点領域を進む。入射光線の角度 γ の値により θ は正負の値を取り、図6では $\gamma = \beta$ となる場合の正の最大値 θ_a と、 $\gamma = \pi/2$ となる場合の負の最大値 θ_b とを表している。 $\gamma = 0$ となる照明光線は、全反射しない光線として網点領域を進む。ここでは、検出面3の全域を利用する場合を想定している。

【0024】以上の説明から明らかなように、照明光の進む方向は検出面3の法線に対する照明光線の角度 γ に依存し、この角度 γ が臨界角 β より大きい小さいかによって全反射するか否かが決定される。

【0025】この発明の指紋入力装置では、照明光のうち、検出面3で全反射された光束を全く利用しない。全反射光を利用しないためには、照明光を検出面3の法線に対して臨界角 β より小さい角度で入射させればよいこととなり、透明体ブロックの形状は必ずしも図4、図6に示すようなプリズムに限定されない。

【0026】図7は、検出面3に対して透明体ブロック2の外部から入射する光の進み方を示している。点t'に立てた法線からの角度 η で外部から入射する光線Pは、検出面3で反射される反射光線Qoutと、検出面で屈折して角度 δ で透明体ブロック2内に進む屈折光線Qinとに分かれる。入射角度 η が0から $\pi/2$ まで変化すると、屈折角度 δ は0から β まで変化する。したがって、屈折光線Qinは、図中網点で示した領域のみを進み、斜線で示した領域には進まないことが理解できる。

【0027】透明体ブロック2が検出面3と射出側の端面5との角度が α のプリズムである場合には、検出面3に指先を接触させると、隆線部及び谷線部からの光は図8に示したように進む。谷線部の任意の点sからの光線Pは、入射角度 η で検出面3上の点t'からプリズム内に入射し、屈折角 δ でプリズム内を進む。この屈折光線Qは、プリズムの端面5の点uから射出して光線Rとして進む。この光線Rと検出面3とのなす角度 θ' は、以下の式(3)で表される。

【0028】

【数3】

$\theta' = (\pi/2) - \alpha + \sin^{-1}\{n \sin(\alpha - \delta)\} \dots (3)$

【0029】屈折角 δ のとり得る範囲は、 $0 \leq \delta \leq \beta$ であるため、 $\delta = \beta$ の場合の θ' の最小値を θ'_a とすると、式(2)と式(3)とは同形であることから θ_a と θ'_a とは一致する。指表面に達した照明光は、その一部が指の表面で反射されると共に、残部は指内部に侵入して拡散、反射され、隆起部、または谷線部から射出される。

5

谷線部で反射された光線、あるいは谷線部から射出される指内部からの反射光、そして指の周囲、背景からの光線は、図 8 中の斜線領域には到達しない。

【0030】一方、検出面 3 に密着した隆線部の任意の点 v で散乱、反射されたプリズム内部から進む照明光、および隆線部から射出される指内部からの反射光は、プリズム内のあらゆる方向に進むため、図 8 中の斜線領域にも網点領域にも進むこととなる。

【0031】したがって、受像装置を図 8 の斜線領域に配置すれば、谷線部分からの光束や外部から入射した光束が受像装置に入射せず、隆線部から受像装置に達する光の強度が比較的大きくなり、コントラストの高い指紋の像を得ることができる。

【0032】なお、図 8 の網点領域は、点 t が限りなく頂点 p に近付いた場合、すなわち、面 p q の全面を検出面として用いる場合を想定しているため、頂点 p の近傍を検出面として用いない場合には、網点領域はより狭くなり、受像装置を配置できる範囲は広がる。

【0033】図 9 は、プリズムの光入射側の端面 4 から入射する光線の進み方を示す。端面 4 上の点 w に対してプリズム外部から斜線領域を通して入射する光線は、プリズム内でも斜線領域を進み、網点領域を通して入射する光線は、プリズム内でも網点領域を進む。これらの領域は、点 w に立てた法線からそれぞれ角度 ϕ の範囲となる。この角度 ϕ は、次の式 (4) で示される臨界角である。

【0034】

【数 4】 $\phi = \sin^{-1}(1/n) \dots (4)$

【0035】プリズムの屈折率 n は共通であるため、臨界角 β と ϕ とは等しい角度となる。図 10 において、法線の図中上側となる斜線領域からプリズムの入射端面 4 の点 w に入射した光線は、検出面 3 上の点 t に対して臨界角 β より大きな角度で入射するため、検出面 3 で全反射される。

【0036】一方、法線の図中下側から入射する光線のうち、網点領域からプリズムに入射した光線は、検出面に対して臨界角 β より小さな角度で入射するために全反射せず、横線領域から入射した光線は検出面 3 に対する入射角度が臨界角 β より大きくなるため、全反射する。

【0037】網点領域と横線領域との境界線の法線に対する角度 θ_c は、検出面 3 と光入射端面 4 とのなす角度を σ とすると、以下の式 (5) により求められる。

【0038】

【数 5】

$\theta_c = \sin^{-1}[(1/n) \sin|\sigma + \beta - (\pi/2)|] \dots (5)$

【0039】したがって、全反射させない条件でプリズムに照明光を入射させる場合には、法線よりも図中下側から、かつ、角度 θ_c よりも大きな角度でプリズムに対して光束を入射させる必要がある。

【0040】上記の条件にしたがって照明光を入射させ

6

ると共に、受像装置を配置すれば、指紋の谷線部に該当する位置では、照明光は検出面を透過して谷線部に達するか、検出面において臨界角 β より小さい角度で反射されるが、これらの光束は、いずれも受像装置には達しない。

【0041】一方、隆線部に該当する位置では、照明光は散乱反射され、その一部が受像装置に達する。ただし、受像装置を従来の光路分離方式のような後方散乱光を受光する位置ではなく、検出面での反射光の方向に配置することができるため、比較的強い散乱光を受光することができ、ノイズに強いコントラストの高い像を得ることができる。

【0042】なお、上記の説明では、照明光線及び受像装置へ向かう光線を幅のない 1 本の主光線として捉えているが、実際にはレンズ等の集光素子を用いるため、主光線のみでなく、上光線、下光線をも考慮する必要がある。

【0043】例えば、図 11 に示すように光源 6 から発して投光レンズ群 7 を透過した照明光の主光線を A、上光線を B、下光線を C とし、検出面 3 に対する入射角度をそれぞれ a, b, c とすると、臨界角 β との関係は、 $a > \beta$, $b < \beta$, $c > \beta$ となり、上光線 B は全反射しないが、主光線 A と下光線 C とは全反射することとなる。

【0044】同様に、図 12 に示すように受像素子 9 に向かう主光線を D、上光線を E、下光線を F とし、それぞれの光線が検出面の法線となす角度を d, e, f とすると、臨界角 β との関係は、 $d > \beta$, $e < \beta$, $f > \beta$ となる。光線 E は谷線部からの光線であり、光線 E が受像装置に入射するとノイズとなる。

【0045】すなわち、上記の配置では、特定の光線については条件を満たしていても、光束として考えたときには隆線部からの散乱光のみを受光するという条件を完全には満たしていないこととなる。そこで、配置関係を特定する際には、主光線のみでなく光束の上光線と下光線とが共に条件を満たすよう考慮する必要がある。

【0046】次に、図 13 から図 20 に基づいて図 1 に示した実施例とは異なる実施例における装置の具体的な配置関係を説明する。それぞれの実施例は、いずれも上述した本願発明の条件を満たし、光源は、照明光が検出面における臨界角より小さい角度で入射するよう配置され、受像装置は、隆線部からの散乱光のみを受光する位置に配置されている。

【0047】また、照明装置は、蛍光灯、白熱電球、発光ダイオード、エレクトロニクミネッセンス、レーザー等の光源 6 と、投光レンズ群 7 とから構成され、受像装置は、結像レンズ群 8 と写真フィルム、CCD センサー等から成る受像素子 9 とから構成されている。

【0048】図 13 に示す実施例 2 では、先に示した図 1 の例と同様に、プリズム 2 の斜面を検出面 3 とし、一方の端面 5 から照明光を入射させると共に、この端面 5

から射出する散乱光を検出するよう構成されている。この例では、照明光を入射させる面と散乱光を射出させる面とが同一であるため、光源 6 からの照明光が端面 5 で反射して受像素子 9 に達するのを避ける必要がある。

【0049】また、図 13 に示す実施例 2 では、図 21 に示す従来の光路分離方式で用いられる後方散乱光よりも受像装置に達する光の強度が強くなっているため、ノイズに強いコントラストの高い像を得ることができる。

【0050】なお、上記の条件を満たす限りにおいては、光束を図 15 に示すように端面 4、5 ではなく、検出面 3 と垂直な側面 20 から入射させる構成としてもよい。

【0051】また、図 15 に示す実施例 3 では、図 1、図 13 で生じる検出面 3 の照明ムラを減少させるため、光源 6 と投光レンズ群 7 とをそれぞれ 2 つ設けている。

【0052】図 16 に示す実施例 4 では、断面が直角二等辺三角形のプリズム 2 を用い、直角をなす一方の面 4 から入射させた照明光を斜面 5 で一旦反射させ、検出面 3 に対して垂直に入射させる。検出面 3 に当てつけられた指先 1 の隆線部からの散乱光を斜面 5 から射出させて結像レンズ群 8 を介して受像素子 9 へ導いている。

【0053】図 17 に示す実施例 5 では、図 16 の構成に加えて検出面 3 にその周辺部を遮光する遮光部材 10 を設け、検出に利用する領域を中央部分に限定している。このような遮光部材 10 を設けることにより、受像装置を配置する範囲を規定する角度 θ の基点を端面 5 の中間部分に設定できるため、図 16 の例よりも受像装置をプリズム 2 に近接させて配置することができる。この遮光部材 10 は、指先 1 を置く向きを規定する指ガイドとして利用することもできる。

【0054】なお、図 16 の配置では、隆線部からの散乱光は、照明光が入射する端面 4 側にも進むため、図 18 に示す実施例 6 のように端面 4 で内面反射されて斜面 5 から射出する散乱光を受光するよう結像レンズ群 8 と受像素子 9 とを配置してもよい。

【0055】図 19 に示す実施例 7 は、断面が台形のプリズムを用いた例を示す。底面 4 から入射した照明光は、検出面に 3 に対して垂直に入射し、隆線部からの散乱光が端面 5 から射出して受像素子 9 に達する。透明体ブロックとしてのプリズム 2 の形状は、三角プリズムに限られず、条件を満たせば、台形や角錐、角錐台等の形状とすることもできる。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、照明装置、受像装置の配置を検出面における臨界角との関係で規定することにより、検出面からの全反射光を使用せずに指紋の隆線部からの散乱光のみを受光することができ、高いコントラストで歪みの小さい指紋の像を検出することが可能であると共に、各装置の配置の自

由度が高くなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施例にかかる指紋入力装置の光学系を示す説明図である。

【図 2】 検出面での光の反射の様子を示す説明図である。

【図 3】 検出面の臨界角と反射の条件を示す説明図である。

【図 4】 プリズム内から検出面に達する光の進み方を示す説明図である。

【図 5】 臨界角を立体的に示す説明図である。

【図 6】 図 4 において光が入射する点 t が端点 p に位置する場合の説明図である。

【図 7】 プリズム外から検出面に達する光の進み方を示す説明図である。

【図 8】 検出面に接する指先の隆線部と谷線部における光線の進み方を示す説明図である。

【図 9】 プリズム外から入射する照明光の進む範囲を示す説明図である。

【図 10】 プリズム外から入射する照明光と検出面の臨界角との関係を示す説明図である。

【図 11】 照明光の主光線、上光線、下光線を示す説明図である。

【図 12】 受像装置へ向かう散乱光の主光線、上光線、下光線を示す説明図である。

【図 13】 この発明にかかる指紋入力装置の実施例 2 を示す説明図である。

【図 14】 この発明にかかる指紋入力装置の実施例 1、2 の変形例を示す説明図である。

【図 15】 この発明にかかる指紋入力装置の実施例 3 を示す説明図である。

【図 16】 この発明にかかる指紋入力装置の実施例 4 を示す説明図である。

【図 17】 この発明にかかる指紋入力装置の実施例 5 を示す説明図である。

【図 18】 この発明にかかる指紋入力装置の実施例 6 を示す説明図である。

【図 19】 この発明にかかる指紋入力装置の実施例 7 を示す説明図である。

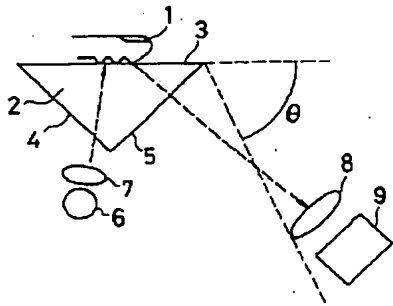
【図 20】 従来の全反射方式の指紋入力装置の光学系を示す説明図である。

【図 21】 従来の光路分離方式の指紋入力装置の光学系を示す説明図である。

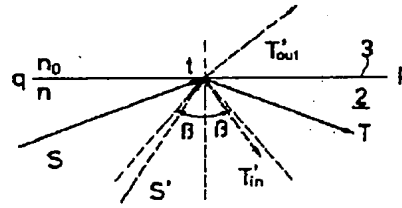
【符号の説明】

- 1…指先
- 2…プリズム
- 3…検出面
- 6…光源
- 9…受像素子

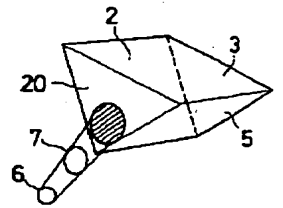
【图 1】



【図 2】

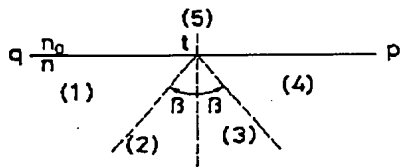


【図 14】

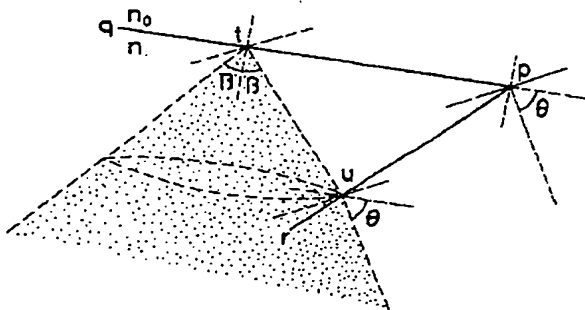


【图4】

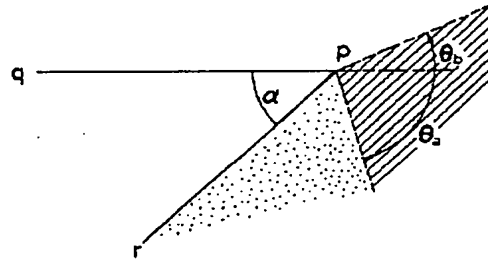
【图3】



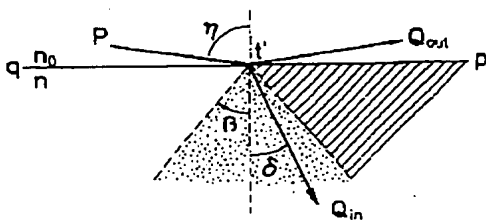
【図5】



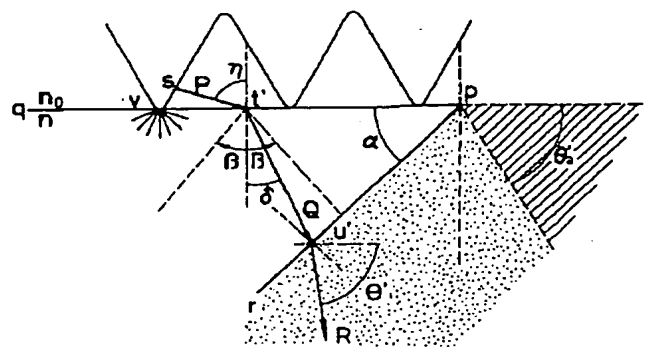
【図 6】



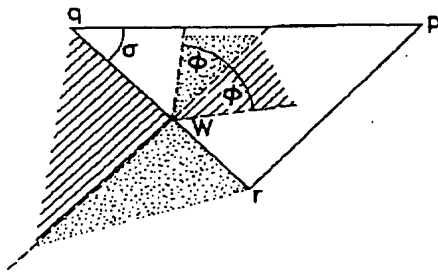
【圖 7】



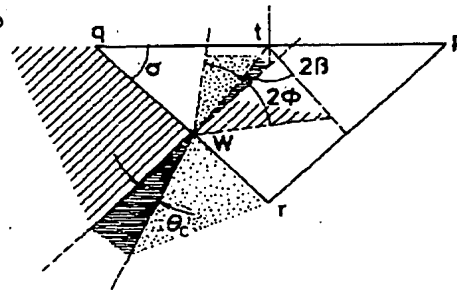
【图 8】



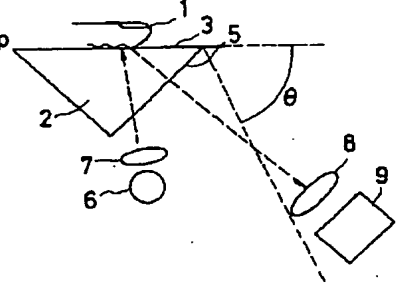
【図9】



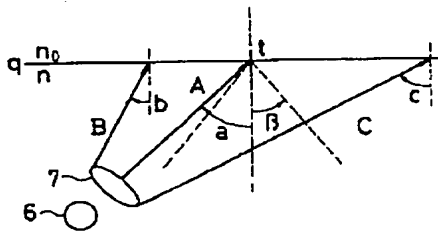
【図10】



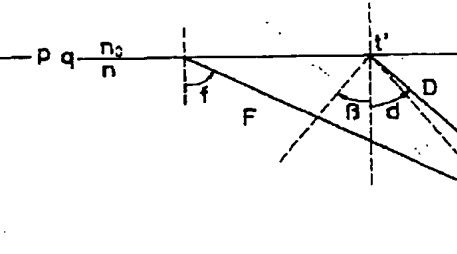
【図13】



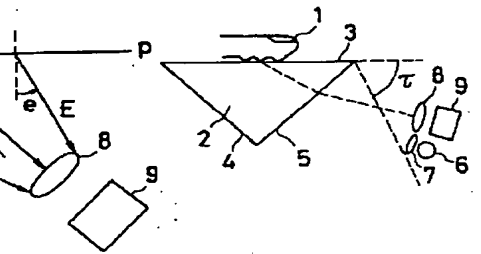
【図11】



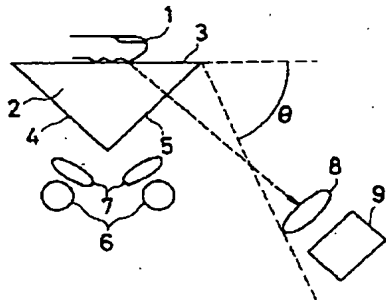
【図12】



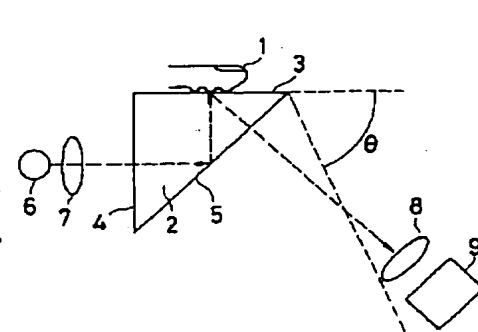
【図21】



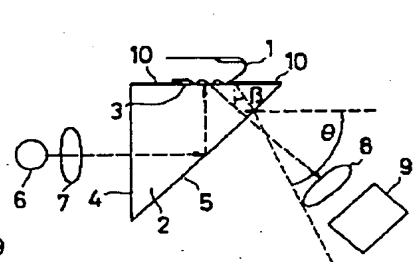
【図15】



【図16】

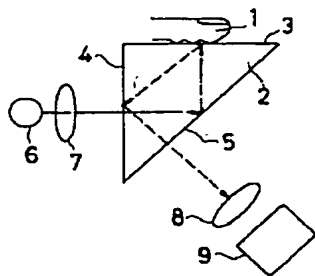


【図17】

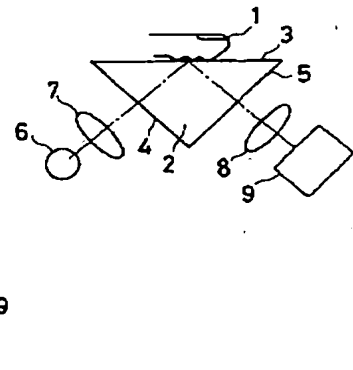
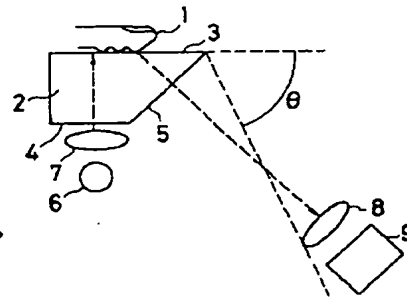


【図20】

【図18】



【図19】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.